

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-289591

(43)公開日 平成6年(1994)10月18日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 3 F 1/08

H 0 1 L 21/027

識別記号 行内整理番号

A 7369-2H

F I

技術表示箇所

7352-4M

7352-4M

H 0 1 L 21/ 30

3 0 1 P

3 1 1 W

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平5-78435

(22)出願日

平成5年(1993)4月6日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 相▲崎▼ 尚昭

東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式  
会社内

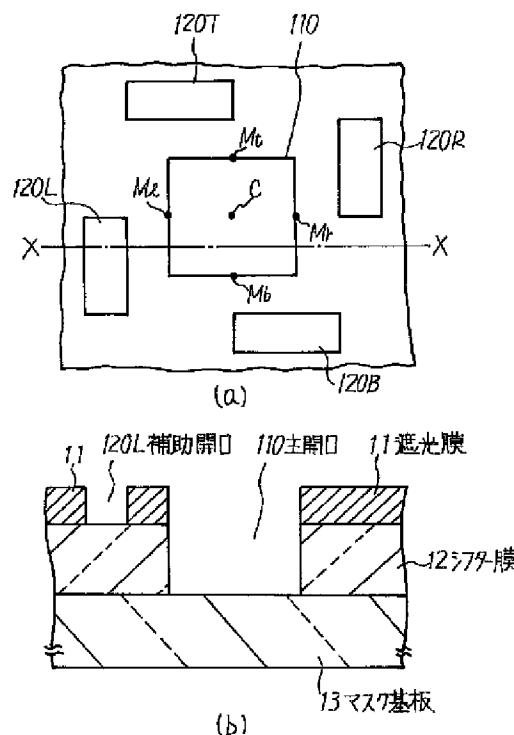
(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54)【発明の名称】補助パターン型位相シフトマスク

(57)【要約】

【目的】微細なコンタクトホール等の形成に適している補助パターン型位相シフトマスクの2つの主開口が近接する場合にもそれぞれの補助開口どうしが部分的に重なり合ったり接近したりして大きくなり過ぎないようにして、主開口の配置の自由度を向上させること。

【構成】(1) 主開口110の反対側に位置する補助開口120L, 120Tと120R, 120Bどうしは、主開口部の中心位置に対して互いに反対側にずらして配置する。あるいは、(2)複数補助開口を所定ピッチで飛び石状にし、主開口部の反対側に位置する補助開口部どうしは、2つの主開口部が近接する場合にもそれぞれの補助開口部どうしが部分的に重なり合ったり接近したりして大きくなり過ぎないようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 長方形状の主開口およびその4辺にそれぞれ近接して配置された補助開口を有する遮光膜と、前記主開口および補助開口をそれぞれ透過する光線の位相に180度の差をつけるシフター膜とを有する補助パターン型位相シフトマスクにおいて、前記補助開口のそれぞれの一端を前記主開口の最近接辺の中点に対応する位置に配置し、前記主開口を挟んで位置する2つの前記補助開口どうしは、前記開口の中心位置に対して点対称に配置され、前記主開口と補助開口とからなる2つの組が近接する場合にも2つの補助開口部どうしが重なり合わないようにしたことを特徴とする補助パターン型位相シフトマスク。

【請求項2】 長方形状の主開口およびその4辺にそれぞれ沿って所定のピッチで複数個配置された補助開口を有する遮光膜と、前記主開口および前記補助開口をそれぞれ透過する光線の位相に180度の差をつけるシフター膜とを有し、対向する前記主開口の辺に平行な方向の寸法および前記ピッチをそれぞれ前記主開口部の配置設計規準の最小単位の半分及び前記最小単位の大きさとし、前記主開口部を挟んで位置する補助開口どうしは、互いに反対方向に前記ピッチの半分だけずれていて、前記主開口の配置設計規準の最小単位グリッドに対して異なる接し方をし、前記主開口と補助開口とからなる2つの組が近接する場合にもそれぞれの補助開口部どうしが重なり合わないようにしたことを特徴とする補助パターン型位相シフトマスク。

## 【発明の詳細な説明】

### 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は集積回路装置や半導体装置等の製造に用いられる露光用マスクに関し、特に位相シフトマスクに関する。

### 【0002】

【従来の技術】 近年、半導体集積回路の高密度化や高速化を向上させるために、半導体集積回路の各素子寸法の微細化の努力が続けられている。

【0003】 素子寸法の微細化のために、使用波長の短波長化、高NA（開口数）化、変形光源の採用などの露光装置性能の向上、位相シフトマスクなどの新方式光露光用マスクの開発、あるいは電子線露光、X線露光などの新しい露光方式の開発が進められている。近年注目されている位相シフトマスクについては「日経マイクロデバイス」1989年、5月号、第67頁～第69頁、および1990年、7月号、第103頁～第114頁にそれぞれ詳しく解析されているが、その中でも特開昭62-67514号公報および第49回応用物理学会予稿集（1988年10月）4a-K-7/IあるいはProceeding of SPIE誌、第1088卷、1989年に述べられている補助パターン型位相シフトマスク

は微細なコンタクトホール等の形成に適しており、補助パターンの配置に関する検討が詳しく行われている。

【0004】 図5は従来の補助パターン型位相シフトマスクを示す平面図である。

【0005】 正方形状の主開口の四辺にそってそれぞれ補助開口120R、120L、120Tおよび120Bを配置してある。補助開口は主開口の周囲を一続きになつてかこむように設けることもある。

【0006】 図6（a）～（b）は従来の補助パターン型位相シフトマスクの4つの例をそれぞれ示す断面図である。

【0007】 図6（a）に示すものでは、位相シフター膜12が主開口110部に遮光膜11の上から設けられている。同図（b）に示すものでは、位相シフター膜12が補助開口120L、…とその周辺部に遮光膜11の上から設けられている。同様に、同図（a）、（d）に示すものでは、主開口110及び補助開口120L、…が設けられた遮光膜11が設けられている。図6（c）に示すものでは主開口110にはシフター膜がなく、図6（d）に示すものでは補助開口120L、…にはシフター膜がない。

【0008】 シフター膜をクロム等の遮光膜の上側と下側のいずれに設けるか、また、シフター膜を解像すべき主開口部と解像してはいけない補助開口部のいずれに設けるか、という断面構造上の違いは解像度を向上させる上ではいずれも同等の効果をもたらすものであり、製造プロセスの容易性あるいはシフター膜厚制御の容易性などによって選択すればよいことである。

【0009】 実際の補助パターン型位相シフトマスクには、このような主開口と補助開口とからなる組が複数存在しているので、パターン配置の自由度に制限がつく。

【0010】 すなわち、図7（a）に示すように、2つの組の主開口部が離れている場合には、それぞれの組の補助開口部が互いに重なり合うこともなく、また、互いに干渉することもない。また、図7（c）に示すように、2つの主開口部が最も接近している場合には、主開口部の間で2つの補助開口部の位置が完全に重なり合ってしまい、1つの補助開口120が2つの主開口部に共通の補助開口部として働く。ところが、図7（b）のように2つの主開口部が近接している場合には、主開口部の間で2つの補助開口120R、120Lの一が部分的に重なり合ったり、隣接したり、あるいは極めて接近したりする結果、補助開口と主開口とを結ぶ方向の補助開口寸法が2倍程度まで増加し、このようなマスクを用いて露光した際に、補助開口自身が解像してしまうという問題が生じる。従って、主開口部の間隔すなわち配置条件について厳しい制限があることになる。

### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】 上述したように、従来の補助パターン型位相シフトマスク技術において、半導

体集積回路を形成する目的に対して、現在の段階では主開口部の配置の自由度が十分ではない。

【0012】補助パターン型位相シフトマスクにおいて主開口部の配置の自由度が十分でない原因の一つは、補助開口を主開口の周囲全部に設けるか、あるいは少なくとも各辺の長さと同じ辺の長さを有するように配置しているためであり、複数の主開口部が並んでいる場合にその間隔によっては隣接する組の補助開口部どうしが隣接して補助開口部の大きさ（補助開口部の短辺方向の寸法）が大きくなってしまい、補助開口部自身が解像してしまうという問題点があった。

【0013】本発明の目的は、補助開口の形状と配置を工夫することにより、主開口部配置の自由度を向上させることが可能な補助パターン型位相シフトマスクを提供することにある。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、長方形状の主開口およびその4辺にそれぞれ近接して配置された補助開口を有する遮光膜と、前記主開口および補助開口をそれぞれ透過する光線の位相に180度の差をつけるシフター膜とを有する補助パターン型位相シフトマスクにおいて、前記補助開口のそれぞれの一端を前記主開口の最近接辺の中点に対応する位置に配置し、前記主開口を挟んで位置する2つの前記補助開口どうしは、前記開口の中心位置に対して点対称に配置され、前記主開口と補助開口とからなる2つの組が近接する場合にも2つの補助開口部どうしが重なり合わないようにしたというものである。

【0015】また本発明の別の態様の補助パターン型位相シフトマスクは、長方形状の主開口およびその4辺にそれぞれ沿って所定のピッチで複数個配置された補助開口を有する遮光膜と、前記主開口および前記補助開口をそれぞれ透過する光線の位相に180度の差をつけるシフター膜とを有し、前記補助開口の対向する前記主開口の辺に平行な方向の寸法および前記ピッチをそれぞれ前記主開口部の配置設計規準の最小単位の半分及び前記最小単位の大きさとし、前記主開口部を挟んで位置する補助開口どうしは、互いに反対方向に前記ピッチの半分だけずれていて、前記主開口の配置設計規準の最小単位グリッドに対して異なる接し方をし、前記主開口と補助開口とからなる2つの組が近接する場合にもそれぞれの補助開口部どうしが重なり合わないようにしたというものである。

#### 【0016】

【実施例】次に本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0017】図1（a）は本発明の第1の実施例を示す平面図、図1（b）は図1（a）のX-X線断面図である。

【0018】ガラス等のマスク基板13の表面に厚さ2

67nm（波長248nmの露光用の光に対して位相差180度に相当）の酸化シリコン膜からなるシフター膜12および厚さ100nmのクロムなどからなる遮光膜11が積層されている。クロム膜（11）と酸化シリコン膜（12）には $1.5\mu m \times 1.5\mu m$ の正方形状の主開口110が設けられ、クロム膜（11）には $0.5\mu m \times 1.25\mu m$ の補助開口120L, 120R, 120T, 120Bが設けられている。また主開口110と補助開口との間隔は $0.5\mu m$ である。このマスクパターンは例えば1/5の縮小投影露光装置によりシリコン基板上のフォトレジスト膜に投影される。遮光膜の材料としては、クロム膜以外に、モリブデン膜、モリブデンシリサイド膜、クロム膜と酸化クロム膜との複合膜、またはモリブデン膜とモリブデンシリサイド膜との複合膜を用いることができる。

【0019】主開口110の左辺の中央M1に、補助開口120Lの上端を対応させて配置し、同じく右辺の中点M<sub>r</sub>に、補助開口120Rの下端を対応させて配置し、補助開口120Lと120Rとは主開口110の中心Cに対して点対称に配置する。

【0020】同時に、補助開口120Tの右端は上辺の中点M<sub>t</sub>に対応して配置し、補助開口120Bは下辺の中点M<sub>b</sub>に対応して配置し、120Tと120Bとは中点Cに対し点対称に配置する。

【0021】本実施例によれば、従来の技術の項で説明したパターン配置の自由度の制限を緩和することができる。

【0022】まず、図2（b）に示すように、主開口110と補助開口120L, …とからなる2つの組が近接する場合にもそれぞれの補助開口120Rと120Lとが部分的に重なり合ったり接近したりしても補助開口の実効的な面積が大きくなり過ぎないようになっている。また、図2（c）のように2つの組が最も接近している場合には、主開口部の間で2つの補助開口120R, 120Lの位置が上下に隣接し、2倍の長さの補助開口部が2つの主開口部に共通の補助開口部として働く。以上の図2（b）あるいは（c）の場合と図2（a）のように2つの組の主開口部が離れている場合とを比べると、補助開口部の一部の実効的な面積が2倍程度異なっており、従って、位相シフト効果の大きさが異なるが、図7に示す従来例のように補助開口部と主開口部とを結ぶ方向の補助開口部寸法は増加せずに一定のままであり、本実施例のように、互いに隣接する主開口にそれぞれ附属する互いに直交する2つの補助開口（120Bと120L等）がせいぜい点で接触する程度に補助開口の寸法と配置を適切に選定すれば問題はない。前述したように、この実施例においては、主開口110はシリコン基板上で $0.3\mu m$ （5倍マスク上で $1.5\mu m$ ）で長さが $0.25\mu m$ （マスク上で $1.25\mu m$ ）である。また、補助開口と主開口の間隔はシリコン基板上の寸法に

換算して $0.1\mu m$ （マスク上で $0.5\mu m$ ）に設定している。補助開口の長さをマスク上で $1.25\mu m$ 未満にするか補助開口と主開口との間隔を $0.5\mu m$ より大きくして $120L$ と $120T$ , …が接触しないようにしてもよい。

【0023】図3（a）は本発明の第2の実施例を示す平面図、図3（b）は図3（a）のX-X線断面図である。

【0024】遮光膜11に設けた補助開口 $120L1 \sim 120L5$ ,  $120R1 \sim 120R5$ ,  $120T1 \sim 120T5$ ,  $120B1 \sim 120B5$ の寸法はマスク上で $0.25\mu m \times 0.5\mu m$ であり、主開口 $110$ （マスク上で $1.5\mu m\square$ ）の各辺にそって $0.5\mu m$ ピッチで配置されている。寸法 $0.25\mu m$ は主開口の配置設計基準（ $0.5\mu m$ ）の $1/2$ である。

【0025】主開口 $110$ を挟んで位置する2つの補助開口どうしは互いに反対方向に $0.25\mu m$ だけ離れていて、主開口の配置設計基準の最小単位グリッド（ $0.5\mu m\square$ ）に対して上側と下側、あるいは左側と右側というように異なる接し方をし、2つの主開口が近接配置されてもそれぞれの補助開口どうしが重なり合わないようになっている。すなわち、主開口 $110$ の各辺とマスク上で $0.5\mu m$ 離れてこれらの補助開口はそれぞれ配置されているが、例えば、補助開口 $120L5$ の上辺は主開口の下辺の延長線上にあり、補助開口 $120R4$ の下辺は主開口の下辺の延長線上にある。主開口のある辺に沿って配置された補助開口と前述の辺に平行なもう一方に沿って配置された補助開口とは互いに相補的な位置関係にある。

【0026】従って、図4（b）のように2つの組の主開口部が近接する場合にもそれぞれの補助開口部どうしが部分的に重なり合ったり接近したりして実効的な面積が大きくなり過ぎることがないようになっている。また、図4（c）のように2つの組の主開口部が最も接近している場合には、主開口部の間で2つの補助開口が互いに入り組んで（ $120L1$ ,  $120R1$ , …というように）飛び石をつなぎ合わせるように連続し、2倍の面積の補助開口部が2つの主開口部に共通の補助開口部として働く。以上の図4（b）あるいは（c）の場合と図4（a）のように2つの主開口部が離れている場合とを比べると、補助開口部の一部の実効的な面積が2倍程度異なっており、従って、位相シフト効果の大きさが異なるが、図7に示す従来例のように補助開口部と主開口部とを結ぶ方向の補助開口部寸法は増加せずに一定のままであり、第1の実施例と同様に、補助開口の寸法と配置を適切に選定して実効的な補助開口の寸法が増加しないようにすれば問題はない。この実施例においては、主開口部の配置設計基準の最小単位はシリコン基板上で $0.1\mu m$ （5倍マスク上で $0.5\mu m$ ）に設定しており、主開口はシリコン基板上で $0.3\mu m\square$ （5倍マスク上

で $1.5\mu m\square$ ）であり、飛び石構造の補助開口の飛び石1つはシリコン基板上の寸法に換算して幅（主開口部の対向する辺に垂直な方向の寸法）が $0.1\mu m$ （マスク上で $0.5\mu m$ ）で長さ（主開口部の対向する辺に平行な方向の寸法）が $0.05\mu m$ （マスク上で $0.25\mu m$ ）である。また、補助開口部と矩形開口部の間隔はシリコン基板上の寸法に換算して $0.1\mu m$ （マスク上で $0.5\mu m$ ）に設定している。

【0027】以上説明したように、第1および第2の実施例によれば、2つの組の主開口部が近接している場合に2つの主開口部の間で2つの補助開口部の位置が部分的に重なり合ったり、隣接したり、あるいは極めて接近したりしても、補助開口部と主開口部とを結ぶ方向の補助開口部の実効寸法が増加せずに一定のままであり、このようなマスクを用いて露光した際に、補助開口部自身が解像してしまうという問題が生じることがない。従つて、従来の補助パターン型位相シフトマスクでの主開口部の間隔すなわち配置条件についての厳しい制限は大幅に緩和される。

【0028】以上、主開口部が正方形の場合について説明したが、一般に長方形（正方形はその特殊なものと考える）にしてもよいことは当業者にとって明らかであろう。

【0029】また、位相シフター膜を遮光膜の下に設け、主開口部には設けない場合について説明したが、従来の技術の項で説明した各種の組合せで実現しうることも明らかであろう。

### 【0030】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、微細なコンタクトホール等の形成に適している補助パターン型位相シフトマスクにおいて、補助開口の形状と配置基準を工夫することにより、主開口の配置の自由度を向上させることができ、半導体集積回路の微細化に寄与することができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す平面図（図1（a））および断面図（図1（b））である。

【図2】第1の実施例による主開口の配置関係を場合に分けて示す平面図で、図2（a）は十分離れている場合を示し、図2（b）は接近している場合を示し、図2（c）は最も近く配置されている場合を示す。

【図3】本発明の第2の実施例を示す平面図（図2（a））および断面図（図2（b））である。

【図4】第2の実施例による主開口の配置関係を図2と同様に（a）～（c）に分図して示す平面図である。

【図5】従来例を示す平面図である。

【図6】従来例の具体的構成例をそれぞれ（a）～（d）に分図して示す断面図である。

【図7】従来例による主開口の配置関係を図2と同様に（a）～（c）に分図して示す平面図である。

【符号の説明】

- 1 1 遮光膜
- 1 2 シフター膜
- 1 3 マスク基板

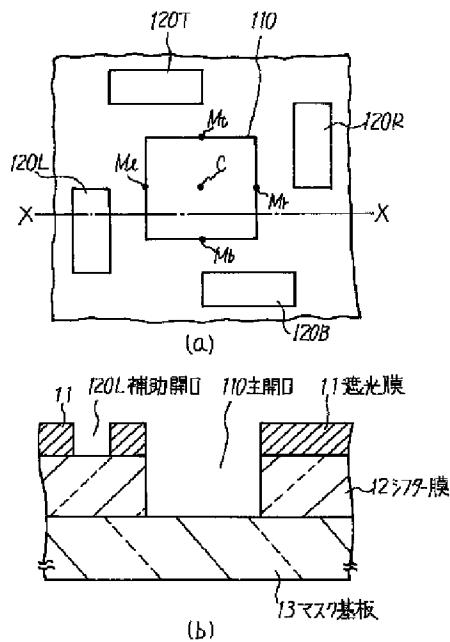
1 1 0 主開口

1 2 0, 1 2 0 L, 1 2 0 R, 1 2 0 T, 1 2 0 B

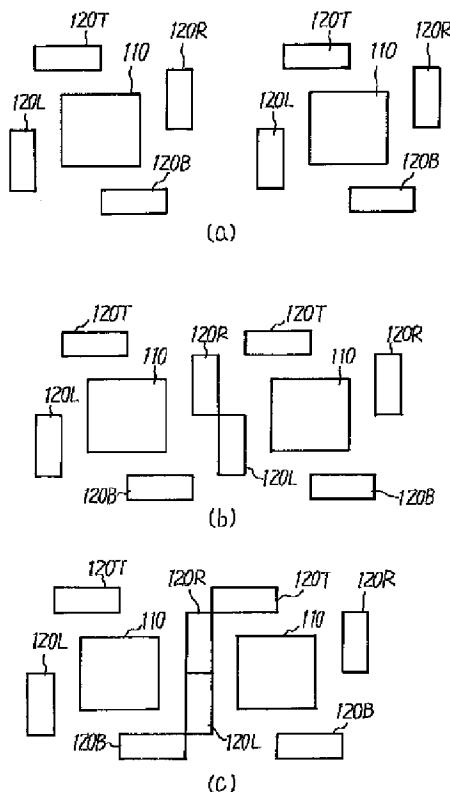
補助開口

C 中心

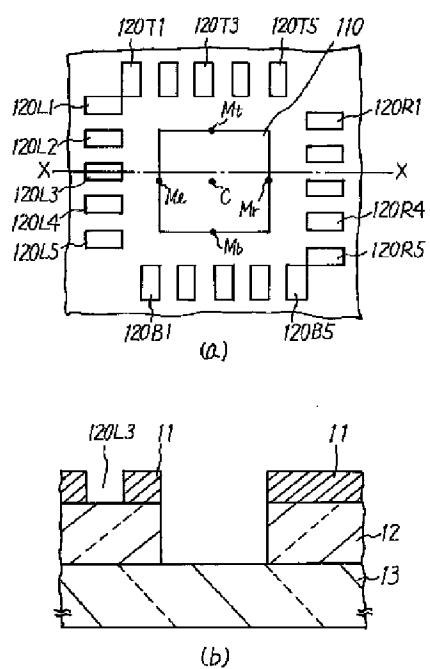
【図 1】



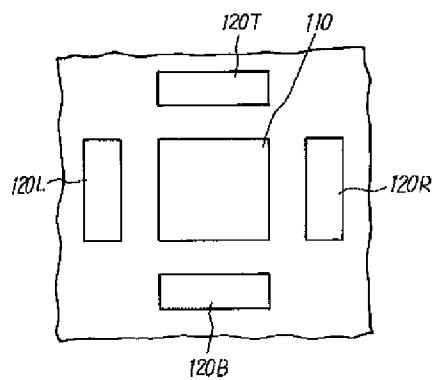
【図 2】



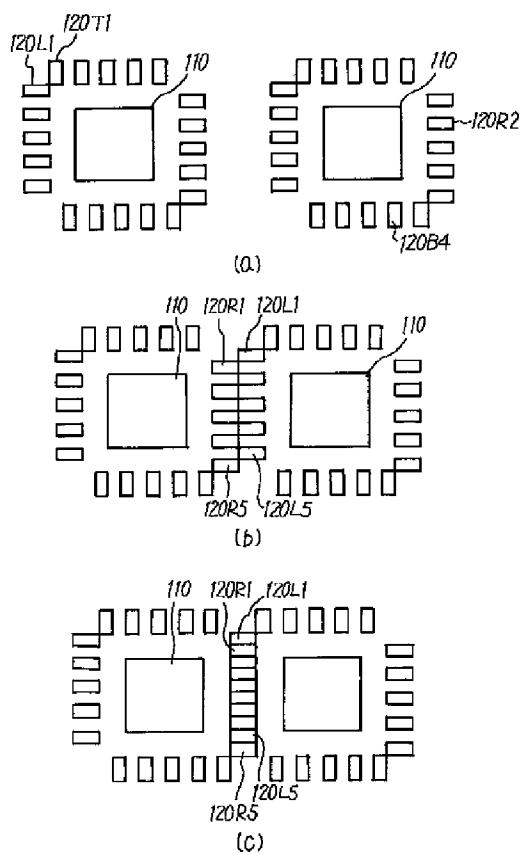
【図 3】



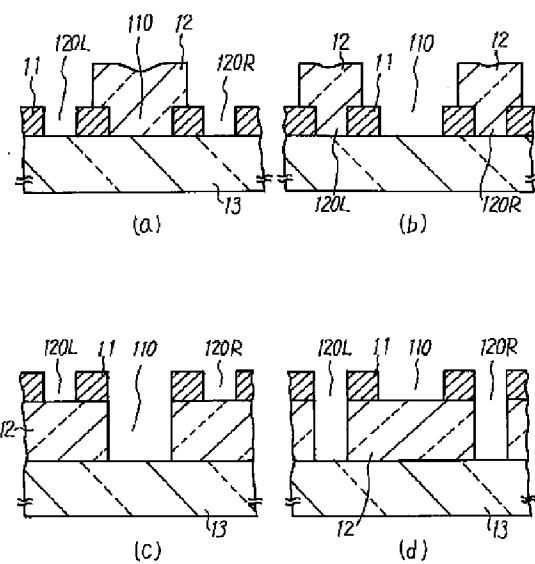
【図 5】



【図4】



【図6】



【図7】

